

«Дослідження та розробка технологій і принципів побудови автоматизованих систем для неруйнівного контролю відповідальних зварних конструкцій з застосуванням полів різної фізичної природи» (тема 1.6.2.4.3)

Термін виконання: 2012 – 2014 рр.

Науковий керівник: докт. техн. наук, проф. Троїцький В. О.

Мета проекту: Підвищення якості, надійності і безпеки експлуатації відповідальних зварних конструкцій шляхом створення автоматизованих систем неруйнівного контролю на основі оптимального вибору і дослідження взаємодії фізичних полів і дефектоскопічних речовин з об'єктами контролю

Кількість наукових працівників, що брали участь у виконанні НДР: 5, в тому числі: д.т.н. – 1, к.т.н. - 4

Публікації:

- книги – 4
- статті в н.-т. журналах – 31
- тези і доповіді на конференціях – 24
- патенти – 6

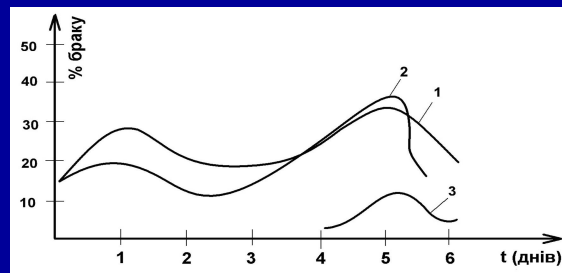
Проведено 5 н.-т. конференцій і семінарів з питань НК и ТД – 5

Результати досліджень доповідались на:

- 11-й Європейській конференції з НК (м. Прага, 2014 р.)
- 7-й Національній конференції з НК (м.Київ, 2012 р.)
- Міжнародній н.-т. конференції з фізики НК (м. Мінськ, 2013 р.)

ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО УЗ КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ТИПУ РОЗШАРУВАНЬ В ПРИКРОМКОВИХ ЗОНАХ ЛИСТА ТА ОСНОВНОМУ МЕТАЛІ ТРУБИ

Наявність дефектів типу розшарувань в основному металі прикромкової зони зварного з'єднання може спровокувати дефекти в шві при виготовленні труб великого діаметру. Розроблена технологія і акустичний блок для системи НК-205 автоматизованого УЗ контролю, що дозволить проводити роздільну реєстрацію дефектів шва та прикромкової зони



Макрошліф з тріщиною, що утворилася від розшарування

Процент браку після виконання НК: 1 – вхідного контролю листа, 2 – РТК зварних швів, 3 – АУЗК зварних швів та прикромкової зони

Результати неруйнівного контролю	Технологічна дільниця НК			Здагочна дільниця НК		
	марка сталі			марка сталі		
	X-70	09Г2ФБ	10Г2ФБ	X-70	09Г2ФБ	10Г2ФБ
Проконтрольовано труб АУЗТ, шт.	8594	5485	2900	8784	5095	2583
Труби, забраковані АУЗК, %	19,4	16,2	40,0	20,0	11,7	21,1
Проконтрольовано труб РТК, шт.	3048	1164	1318	3170	775	779
Відправлено на ремонт по РТК, %	23,6	33,7	16,7	4,8	5,4	1,8
В тому числі труб по видам дефектів, %						
Непровар	0,8	1,2	0,5	0,2	0,2	-
Непровар на кінці труби	0,3	0,6	0,5	0,06	0,2	-
Пори + шлаки	0,7	1,5	0,7	0,09	-	0,1
Пори	15,4	21,6	9,3	3,8	4,3	1,0
Шлаки	2,6	2,7	3,0	0,3	0,4	0,3
Тріщини поперечні	0,2	0,2	0,08	0,09	0,1	0,3
Тріщини поздовжні	0,07	-	-	0,2	0,2	0,1
Пропали	0,2	0,2	0,2	0,06	-	-
Інші дефекти	3,3	5,6	2,6	-	-	-



Установка НК-205 для автоматизованого УЗК труб великого діаметру

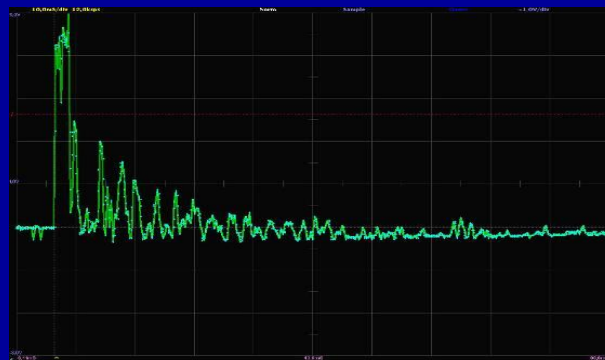
Кількісні співвідношення дефектів в трубах із сталей різних марок

ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ ЗАСОБАМИ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКУ

Низькочастотний ультразвуковий контроль протяжних об'єктів дозволяє виявляти корозійно-ерозійні ураження стінок трубопроводу, несанкціонованих врізань в трубопровід без сканування поверхні об'єкта. Продуктивність цього методу на декілька порядків вища, ніж у традиційного високочастотного УЗК. Розроблена в ІЕЗ ім.Є.О.Патона апаратура на 16 та 36 кГц показала свою ефективність на теплотрасах, паливопроводів аеропортів та інших технологічних трубопроводів.



Контроль наземної ділянки газопроводу
протяжністю 150 м, Ø330 мм, з товщиною стінки 8 мм

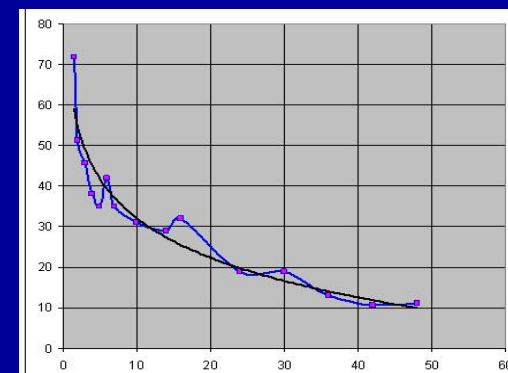


Система складається з наступних блоків:

- акустичної антени;
- блоку збудження зондуючих імпульсів, прийому відбитих сигналів та програмного управління режимами;
- ПК для реєстрації, обробки та аналізу інформації про технічний стан трубопроводу



Контроль підземної ділянки діючої теплотраси
(труба Ø430 мм з товщиною стінки 8 мм) з корозійним ураженням



Визначення залежності амплітуди
ехо-сигналу від відстані до
відбивача

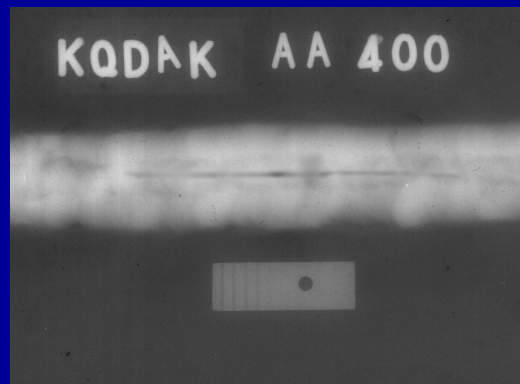
ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПЛІВКОВОЇ РАДІОГРАФІЇ (ФЛЕШ-РАДІОГРАФІЯ)



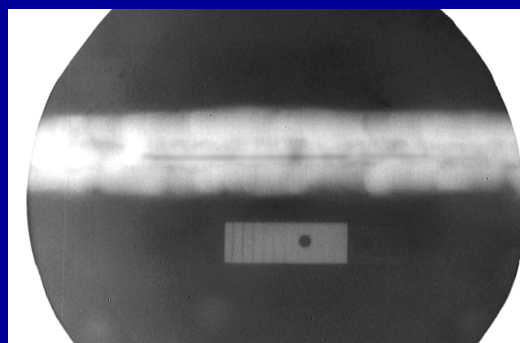
Астрономічна ТВ ПЗЗ камера
АТІК 314L (Англія)
1392x1040 пікселів, 16 біт
Максимальна експозиція не
лімітована



Контроль технологічного трубопроводу
Ø114 мм цифровою системою на основі
телевізійної камери Atik 314L та імпульс-
ного рентгенівського апарату МИРА-2Д



Радіографічний знімок.
Сталь, 10 мм.
Рентгенівська плівка
фірми "KODAK"

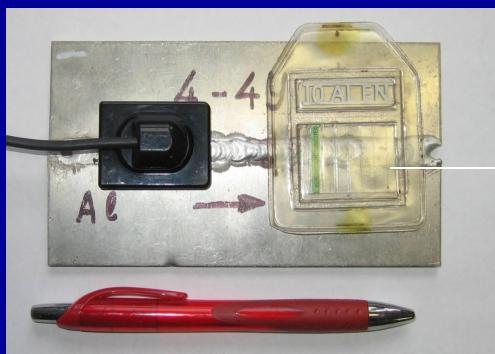


Рентгентелевізійний
знімок.
Сталь, 10 мм.

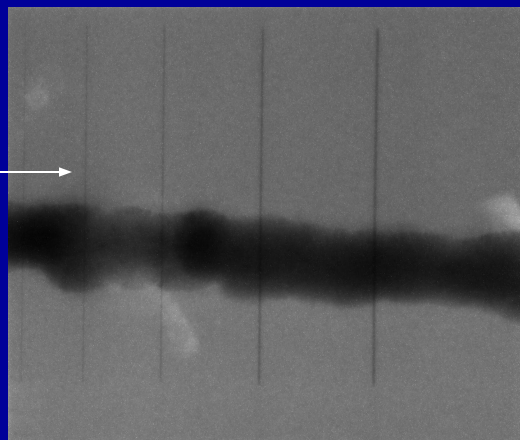


Рентгенівський твердотільний
перетворювач S10811-11
(Hamamatsu Pht)

- робоча область: 34 × 24 мм;
- розділ: 1700 × 1200 пиксел
- АЦП: 12 бит;
- розмір пікселю: 20 мкм



Перетворювач S10811-11 (Hamamatsu Pht)
та дротовий еталон чутливості на зварній
пластині з алюмінію

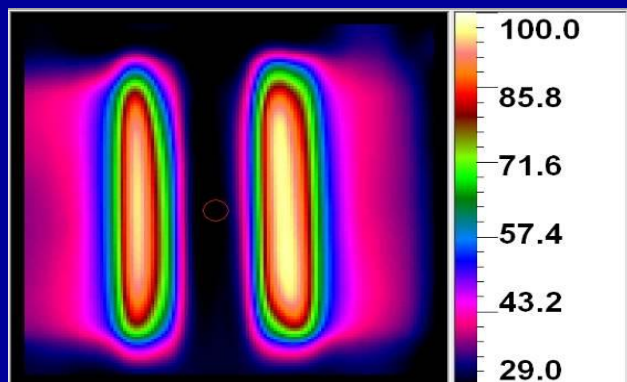


Рентгенограма зварного
шва з алюмінію,
одержана за допомогою
твердотільного
перетворювача
S10811-11.

Мінімальна товщина
дротів еталона
чутливості – 0,1 мм,
точність – 0,02 мм

ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ В НЕРОЗ'ЄМНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ З'ЄДНАННЯХ

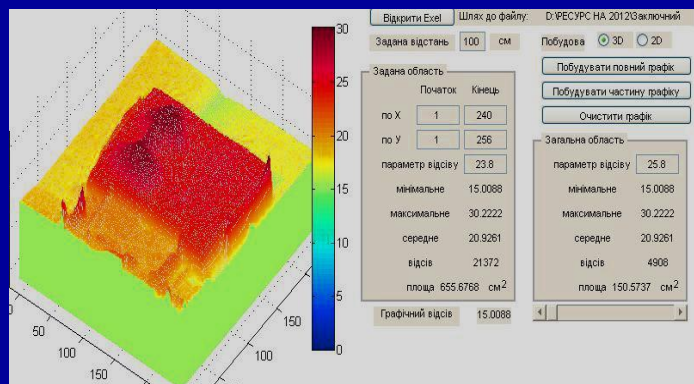
Тепловізійний контроль характеризується дистанційністю, високою інформативністю і підвищеним рівнем безпеки для оператора. Зазвичай його використовують для моніторингу об'єктів енергетичного комплексу, металургії, будівельних споруд. З метою розширення сфери застосування тепловізійного контролю, в ІЕЗ ім. Є.О. Патона досліджено можливості застосування цього методу для контролю нероз'ємних з'єднань



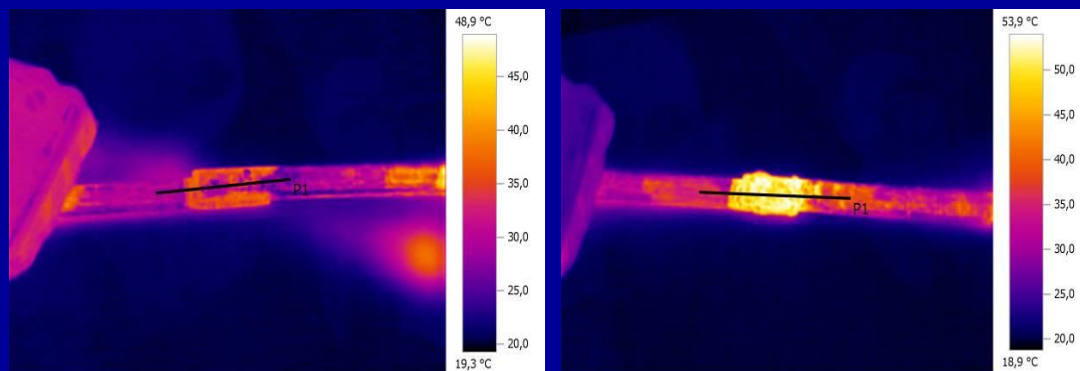
Нерівномірне нагрівання поверхні торців труб може призводити до виникнення дефектів



Загальний вигляд паяних з'єднань статорних обмоток електродвигуна



Використання тепловізійного контролю для визначення геометричних параметрів дефектів



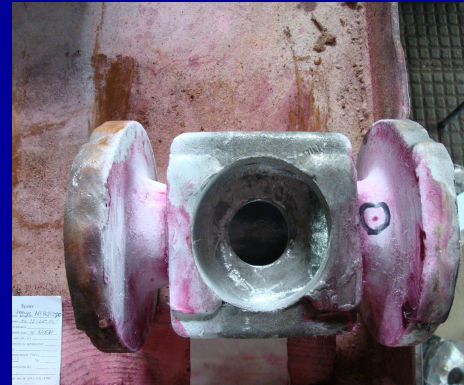
Термограми бездефектного та дефектного паяних з'єднань. Перевищення граничного значення температури свідчить про наявність внутрішніх дефектів

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ДЕФЕКТОСКОПІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ МЕТОДАМИ ПРОНИКАЮЧИХ РЕЧОВИН В ЗВАРЮВАЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Контроль методами проникаючих речовин в зварювальному виробництві ускладнюється наявністю на поверхні зварних з'єднань та наплавов залишків шлакових корок, продуктів горіння, бризок металу, інших забруднень, що міцно утримуються на поверхні, та значною лускатістю



Пересувний лабораторний стэнд, що дозволяє при контролі створювати необхідне освітлення робочого місця та фільтрувати повітря робочої зони



Капілярний контроль силових вузлів розсувних колісних пар системи SUW-2000 (повідкові центри) в ДП «Пасажирське вагонне депо Львів»



Індикаторні сліди тріщин втоми в наплавленому шарі фільтри для формування сталевих трубок



Контроль валу електрогенератора пасажирського вагону



Капілярний контроль сталевого литва корпусів запірної арматури на Миргородському заводі «Армапром»



Дефектоскопічні матеріали, рекомендовані до застосування в зварювальному виробництві при неруйнівному контролі методами проникаючих речовин

Висновки:

- Розроблена система автоматизованого УЗК для виявлення дефектів типу розшарувань в прикромкових зонах листа та основного металу труби для магістральних газопроводів, що дозволить підвищити надійність і вірогідність контролю поздовжніх швів труб.
- Проведені випробування сучасних технологій візуалізації внутрішніх несучільностей: TOFD, SAFT, фазованих решіток, достовірність яких було підтверджено при оцінюванні розмірів тріщиноподібних несучільностей на нафтопереробних агрегатах Кременчуцького НПЗ.
- На основі аналізу причин виникнення протяжних мертвих зон при низькочастотному УЗК трубопроводів, модернізовані генеруючі антени і електронні системи, знайдені перспективні рішення збільшення потужності зондуючих імпульсів. Розроблена низькочастотна (НЧ) апаратура дозволяє прозвучувати технологічні трубопроводи протяжністю до 150 м, виявляти корозійно-ерозійні ураження глибиною більше 10% від товщини стінки труби.
- Виконані дослідження методів підвищення радіаційної чутливості цифрових рентгентелевізійних автоматизованих систем, апаратурних та програмних засобів їх реалізації. Створена рентгентелевізійна система підвищеної радіаційної чутливості на основі високочутливої ПЗЗ-камери з тривалим накопиченням зображень.
- На прикладі паяних з'єднань проводів потужних електродвигунів розроблена та впроваджена концепція комплексного неруйнівного контролю на основі тепловізійних досліджень, що передують візуальному, ультразвуковому та рентгенівському контролю.
- Досліджено взаємодію дефектоскопічних матеріалів на прикладі корпусів та валів генераторів залізничних вагонів з метою виявлення особливо небезпечних дефектів в них.

Впровадження:

- Розроблений метод оцінки допустимих розмірів дефектів в відповідальних зварних конструкціях впроваджено в ПрАТ «Укренергомонтаж» і був застосований практично при виконанні діагностування і ремонтно-відновлювальних робіт нової вентиляційної труби на ЧАЕС